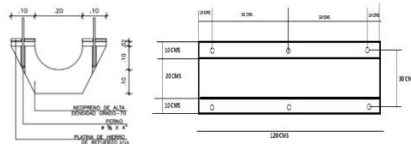


*Calculo de una defensa, elastómera para muelle marítimo o fluvial*



**FICHA TÉCNICA  
 NEOPRENO**

Composición		
Cloropreno (CR)		
Características		
El Neopreno se caracteriza por una buena resistencia a la flexión, excelente resistencia a la fatiga y una amplia resistencia a la intemperie y al ozono. Es caucho sintético con excelente resistencia a los fluidos hidráulicos, aceites lubricantes, fluidos de transmisión, etc.		
Propiedades	Unidades	Valores
Composición	Cloropreno	
Color	Negro	
Peso específico	1,55 ±0,05	g/cm <sup>3</sup>
Dureza	65 ± 5	SHORE A
Carga de rotura	> 3,5	Mpa
Alargamiento a la rotura	> 280	%
Resistencia al desgarro	15	N/ mm
Temperatura mínima de servicio	-30	°C
Temperatura máxima de servicio	120	°C
Envejecimiento por aire caliente	72 h x 70°C	
Inc. Dureza	5	SHORE A
Inc. Carga de rotura	-15	%
Inc. Alargamiento	-40	%
Resistencia Química		
Ozono	Moderada	
Ácidos y Alcalis diluidos	Buena	
Ácidos y Alcalis concentrados	No recomendada	
Hidrocarburos, aceites y grasas	Moderada	
Disolventes orgánicos	No recomendada	



Cordial saludo, a continuación, se presenta la memoria de calculo estructural, cumpliendo con el código colombiano de puentes del 2014 (CCP-14).

1- Geometría de la Defensa en Neopreno

Longitud (mm) – L=	1.200,0	Profundidad (mm) – hr=	100,0
Ancho (mm) – W=	200,0	Área Efectiva (mm <sup>2</sup> )	240.000,0

2- Propiedades del Neopreno de Dureza = 60 (Shore A)

**Tabla 14.7.6.2-1 — Propiedades Físicas Correlacionadas**

	Dureza (Shore A)		
	50	60	70 <sup>1</sup>
Módulo de Cortante a 23°C (MPa)	0.66-0.90	0.90-1.38	1.38-2.07
Deflexión de flujo plástico a 25 años dividida por la deflexión inicial	0.25	0.35	0.45

<sup>1</sup> Sólo para PEP, FGP, y apoyos elastoméricos reforzados con acero con un deslizador de PTFE o equivalente encima del apoyo.

### 3- Factor de Forma “S”

El factor de forma de una capa del apoyo de elastómero,  $S_i$ , debe ser el área en planta de la capa dividida por el área del perímetro libre de abultarse. A menos que se anote otra cosa, los valores de  $S_i$  y  $h_{ri}$  para usar en los Artículos 14.7.5 y 14.7.6 para el diseño de apoyos de elastómero reforzado con acero deben ser los de la capa interna. Para apoyos rectangulares sin agujeros, el factor de forma de una capa debe tomarse así:

$$S_i = \frac{LW}{2h_{ri}(L+W)} \quad (14.7.5.1-1)$$

$L$  = Dimensión en planta del apoyo perpendicular al eje de rotación bajo consideración (generalmente paralela al eje global longitudinal del puente) (mm)

$W$  = Dimensión en planta del apoyo paralela al eje de rotación bajo consideración (generalmente paralela al eje global transversal del puente) (mm)

$h_{ri}$  = espesor de la i-ésima capa de elastómero (mm)

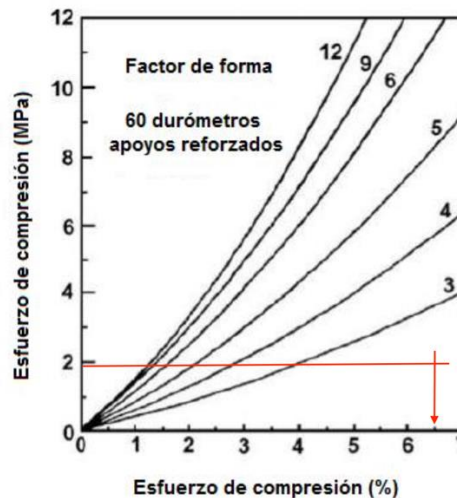


Figura C14.7.6.3.3-1 — Curvas de Esfuerzo-Deformación

El Factor de forma  $S = 0,86$  para la geometría de la defensa.

En la grafica de esfuerzo – deformación unitaria, tomada de la Sección 14, del CCP-14, resulta para un esfuerzo de compresión  $\sigma_s = 1,94 \text{ MPa} \rightarrow \epsilon = 0,065$

### 4- Esfuerzo máximo de compresión

#### 14.7.6.3.2 — Esfuerzos de compresión

En el estado límite de servicio, los esfuerzos promedio de compresión,  $\sigma_s$  y  $\sigma_L$ , en cualquier capa deben satisfacer:

- Para PEP:  $\sigma_s \leq 1.00GS_i$  (14.7.6.3.2-1)

- $\sigma_s \leq 5.5 \text{ MPa}$  (14.7.6.3.2-2)

- Para FGP:  $\sigma_s \leq 1.25GS_i$  y (14.7.6.3.2-3)

- $\sigma_s \leq 6.9 \text{ MPa}$  (14.7.6.3.2-4)

- Para CDP:

C14.7.6.3.2 — En PEP, el esfuerzo de compresión se limita a G veces el factor de forma y a un valor absoluto de 5.5 MPa. Una verificación de esfuerzos que incorpora G veces el factor de forma limita el uso de un PEP proporcionalmente grueso con un alto esfuerzo de compresión. En FGP, el esfuerzo de compresión se limita a 1.25G veces el factor de forma efectivo y a un valor absoluto de 6.9 MPa. Los límites de esfuerzo de CDP se desarrollaron para proporcionar funcionalidad y durabilidad a largo plazo. La rigidez y el comportamiento del CDP son menos sensibles al factor de forma. El esfuerzo máximo de compresión se limita a 20.7 MPa porque experimentos han mostrado que el CDP no falla bajo valores de compresión monotónicos significativamente mayores que este límite de esfuerzo. El CDP, que está sometido a niveles de esfuerzo de compresión mayores que 20.7 MPa, pueden delaminarse bajo cargas dinámicas típicas experimentadas por apoyos de puentes. El CDP puede experimentar falla dramática cuando las deformaciones unitarias máximas de compresión exceden aproximadamente 0.25. Sin embargo, las almohadillas de apoyo que cumplan con

De acuerdo al numeral 14.7.6.3.2 del CCP-14, el máximo esfuerzo de compresión es de 5,5 MPa.

El esfuerzo aplicado para una carga dada de 350 kN (35 tonf)  $\rightarrow \sigma_s = 1,94 \text{ MPa} < 5,5 \text{ MPa}$

**i Cumple** i con la exigencia.

DISEÑO DE UNA DEFENSA ELASTOMERICA			
DISEÑO DE NEOPRENOS - Metodo A - Seccion 14 Juntas y Apoyos CCP-14			
14.7.6 Almohadillas elastomericas - Metodo A		Geometria elastomero -dimensiones en mm)	
		L = 1200	W = 200 hri = 100
Factor de Forma "S"	S = 0.857	Dureza = 60	
Fuerza de reaccion maxima	P max = 350.0 kN	G (MPa) = 1.14	Tabla 14.7.6.2-2 CCP-14
Factor de Impacto (33%)	115.5		
Carga Aplicada =	465.5 kN		
		Esfuerzo maximo de Compresion	$1,0 G \leq \sigma_s \leq 5,5 \text{ MPa}$ 14.7.6.3.2 CCP-14
Esfuerzo de compresion	$\sigma_s$ (KN/m2) 1,939.58		
	$\sigma_s$ (MPa) 1.94	$\leq 5,5 \text{ MPa}$	<b>iCumplei</b>
Estabilidad de apoyos elastomericos			
	A = 0.03		
	B = 0.37		
	2A ≤ B		<b>iCumplei</b>

5- Estabilidad de la Defensa elastomérica

**14.7.5.3.4 — Estabilidad de Apoyos Elastoméricos**  
 — Debe investigarse la estabilidad de los apoyos para las combinaciones de carga en el estado límite de servicio especificadas en la Tabla 3.4.1-1.

Lo apoyos que satisfagan la Ec. 14.7.5.3.4-1 deben considerarse estables, y no se requiere más investigación al respecto.

$$2A \leq B \tag{14.7.5.3.4-1}$$

en la cual:

$$A = \frac{1.92 \frac{h_{rt}}{L}}{\sqrt{1 + \frac{2.0L}{W}}} \tag{14.7.5.3.4-2}$$

$$B = \frac{2.67}{(S_i + 2.0) \left(1 + \frac{L}{4.0W}\right)} \tag{14.7.5.3.4-3}$$

donde:

- G = módulo de cortante del elastómero (MPa)
- h<sub>rt</sub> = espesor total del elastómero (mm)
- L = dimensión en planta del apoyo perpendicular al eje de rotación bajo consideración (generalmente paralela al eje global longitudinal del puente) (mm)
- S<sub>i</sub> = factor de forma de la i-ésima capa interna del apoyo elastomérico

**C14.7.5.3.4** — El esfuerzo promedio de compresión se limita a la mitad del esfuerzo previsto de pandeo. Este último se calcula usando la teoría de pandeo desarrollada por Gent, modificada para tener en cuenta los cambios en la geometría durante la compresión, y calibrada con resultados experimentales (Gent, 1964; Stanton et al., 1990). Esta disposición permite apoyos más altos y fuerzas de cortante reducidas en comparación con las permitidas bajo ediciones previas de la AASHTO Standard Specifications.

La Ec. 14.7.5.3.4-4 corresponde a pandeo en modo lateral y es relevante para puentes en los cuales el tablero no está rígidamente fijado contra traslación horizontal en ningún punto. Este puede ser el caso de muchos puentes para traslación transversal perpendicular al eje longitudinal. Si un punto del puente está fijo contra movimiento horizontal, no es posible el pandeo en el modo lateral, y debería usarse la Ec. 14.7.5.3.4-5. Esta libertad de moverse horizontalmente debería distinguirse si el apoyo está sometido a deformaciones de cortante relevantes para los Artículos 14.7.5.3.2 y 14.7.5.3.3. En un puente que está fijo en un extremo, los apoyos en el otro extremo se someten a deformación de cortante impuesta pero no se trasladarán libremente en el sentido relevante para el pandeo debido a la restricción en el extremo opuesto del puente.

Un límite negativo o infinito de la Ec. 14.7.5.3.4-5 indica que el apoyo es estable y que no depende de  $\sigma_s$ .

Si el valor  $A - B \leq 0$ , el apoyo es estable y no depende de  $\sigma_s$ .

Resulta: A= 0,03 y B= 0,37 ⇒ 2A<B **iCumplei**

6- Energía de absorción

La fuerza aplicada, por la deformación, nos indica el trabajo de la fuerza externa

$$(465,5) \times (0,065)(1,2) = 36,3 \text{ kN-m}$$

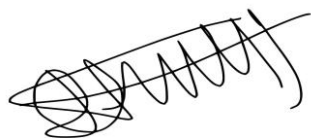
utilizando un F de S de 3 alcanzaríamos 109 kN-m

## 7- Conclusiones

La defensa elastomerica, dureza 60 soporta esfuerzo de compresión hasta de 5,5 MPa y la sollicitación solamente llega a 2 MPa.

El elastómero utilizado es estable y de acuerdo al numeral 14.7.5.3.4 del CCP-14, al satisfacer las ecuaciones, será garantía de buen comportamiento para su uso vertical como horizontal.

Atentamente,



Diego Fabricio MELLIZO FIGUEROA  
Ingeniero civil, especialista en estructuras  
Matricula #19202-05536